

平成27年度第1次募集(平成26年10月入学含む)
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
一般入試

材料生産システム専攻
機能材料科学コース 開発系

B2

専門科目

注意事項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、表紙を除いて4頁ある。
- 3 専門科目の問題は、次の4科目である。あらかじめ届け出た選択科目1科目を解答せよ。
 - I 電気化学・物理化学(1/4頁)
 - II 高分子化学・高分子材料工学(2/4頁)
 - III 生物化学工学・生物材料工学(3/4頁)
 - IV 材料評価学・機能材料力学/組織学(4/4頁)
- 4 それぞれの選択科目は3問出題されている。全問解答せよ。
- 5 解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 6 受験番号は、各解答用紙の指定された箇所に必ず記入すること。
- 7 解答時間は、120分である。
- 8 下書きは、問題冊子の余白を使用すること。

専門科目（電気化学・物理化学）

1/4 頁

I 次の I - (1) から I - (3) の設問に答えよ。

I - (1) 下の反応式について、以下の問①～③に答えよ。(g) と (l) はそれぞれ気体と液体の状態を表し、 $\text{CO}_2(\text{g})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 、および $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ の標準生成ギブスエネルギー (ΔG_f°) の値を下表に示す。ただし、気体定数とファラデー定数はそれぞれ $8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ と 96500 C mol^{-1} とし、 $\ln X = 2.303 \log X$ とする。



化合物	$\Delta G_f^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{CO}_2(\text{g})$	-394.4
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-237.1
$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$	-166.2

- ① この反応の標準ギブスエネルギー変化を計算せよ。また、この反応の熱力学的平衡定数を計算せよ。ただし、平衡定数は常用対数で表せ。
- ② この反応の標準酸化還元電位を計算せよ。
- ③ 25°C 、 1 atm 、 $\text{pH}=7$ のときのこの反応の酸化還元電位を計算せよ。

I - (2) 以下の問①～④に答えよ。数式を用いる場合には、用いる文字を単位も含めて定義せよ。

- ① 一般的な有機分子では、光励起によって励起3重項状態を直接生成することはできない。その理由を述べよ。
- ② 次の (i) と (ii) に示す波長における、 1 mol の光子 (1 einstein) が有するエネルギーを有効数字2桁で算出せよ。必要であれば、次の値を用いよ。プランク定数 (h) を $6.6 \times 10^{-34} \text{ J s}$ 、真空中の光速 (c) を $3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ 。(i) 400 nm 、(ii) 1000 nm
- ③ 蛍光物質と消光剤をそれぞれ F と Q とした場合の消光反応を考える。 $[\text{F}] = 1.0 \times 10^3 \text{ mol L}^{-1}$ の溶液に Q を添加した場合、 F の蛍光強度 (I_0 および I) が次のように変化した。 $[\text{Q}] = 0.0 \text{ mol L}^{-1}$ のとき $I_0 = 1000$ 、 $[\text{Q}] = 0.5 \text{ mol L}^{-1}$ のとき $I = 100$ 。この反応の Stern-Volmer 定数 (K_{SV}) と消光速度定数 (k_q) を算出せよ。なお、 F の輻射失活速度定数 (k_r) および無輻射失活速度定数 (k_n) はともに $1.0 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$ である。計算の過程も記載せよ。
- ④ ある試料の質量を6回測定したところ、次に示す(a)～(f)の値を得た。このデータ群の (i) 相加平均、(ii) 中央値、(iii) 最頻値、(iv) 標本(試料)標準偏差を求めよ。ただし、計算の過程も記載し、答えは平方根で表してもよい。試料の質量 (mg) : (a) 20, (b) 19, (c) 22, (d) 18, (e) 23, (f) 18

I - (3) 以下の問①～④に答えよ。

- ① 真性、n型、およびp型半導体の違いを、フェルミ準位の観点から説明せよ。
- ② n型半導体を、それより大きな仕事関数をもつ金属に接触させた。接触前および接触後のn型半導体と金属界面のエネルギーバンドをそれぞれ図示せよ。また、エネルギーバンドの変化により生じる障壁を何とよいか答えよ。
- ③ 同じバンドギャップをもつn型半導体とp型半導体をp-n接合させた。バンドギャップ以上のエネルギーをもつ光をp-n接合部に照射した場合、定常状態における半導体界面付近のエネルギーバンドをフェルミ準位も含めて図示せよ。
- ④ n型半導体である酸化チタン (TiO_2) の電極を作用極、Ptを対極、銀-塩化銀電極を参照極とし、電解質を含む水溶液中に浸漬させた。 TiO_2 のバンドギャップ以上のエネルギーをもつ光を作用極に照射しながら電気化学測定を行った。酸素発生によるアノード光電流が流れはじめるのは、 TiO_2 のエネルギーバンドがどのような状態のときか答えよ。

平成27年度第1次募集（平成26年10月入学を含む。）
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
一般入試

材料生産システム専攻
機能材料科学コース 開発系
B2

専門科目（高分子化学・高分子材料工学）

2/4 頁

II 次のII-（1）からII-（3）の設問に答えよ。

II-（1）以下の問①～③に答えよ。

- ① 付加重合と重付加の重合挙動の違いを、分子量と重合反応率の関係から説明せよ。
- ② 代表的なラジカル重合開始剤を1つあげて、その分解反応を書け。また、その開始剤の開始剤効率について、説明せよ。
- ③ 分子量分布の狭いブロックコポリマーを合成する方法について、説明せよ。

II-（2）以下の問①～③に答えよ。

- ① 結晶性高分子の熱的性質を説明せよ。ただし、ガラス転移点、融点、およびブラウン運動という用語を用いること。
- ② 分子量 1.0×10^4 と 3.0×10^4 の単分散高分子がある。この2つの高分子を同物質量とり、混合したときの数平均分子量と重量平均分子量を求めよ。なお、有効数字は2桁とし、途中の計算過程も書け。
- ③ 高分子の相対粘度、還元粘度、および極限粘度について、それぞれ説明せよ。

II-（3）以下の問①～③に答えよ。

- ① 重付加によるポリウレタンの合成法を示せ。また、ポリウレタンの用途について説明せよ。
- ② 天然ゴムの原料である *cis*-1,4ポリイソプレンの化学構造を書け。また、加硫反応について説明せよ。
- ③ 陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂の代表的な例をそれぞれ1つあげて化学構造を書け。また、これらのイオン交換樹脂を用いて海水を真水にする方法について説明せよ。

平成27年度第1次募集（平成26年10月入学を含む。）
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
一般入試

材料生産システム専攻
機能材料科学コース 開発系
B2

専門科目（生物化学工学・生物材料工学）

3/4 頁

Ⅲ 次のⅢ－（1）からⅢ－（3）の設問に答えよ。

Ⅲ－（1）以下の問①と②に答えよ。

- ① a) ヒトの必須アミノ酸、b) Dixonプロット、および c) 非拮抗阻害があるときの酵素反応速度式について、それぞれ説明せよ。
- ② a) イオン交換、b) クロマトグラフィー、および c) タンパク質の高次構造について、それぞれ説明せよ。

Ⅲ－（2）以下の問①と②に答えよ。

- ① 微生物の増殖に影響を与える環境因子を挙げ、各因子について具体的に説明せよ。
- ② 生物的廃水処理の特徴を説明せよ。次に、好気処理と嫌気処理について、それぞれ具体例を挙げて説明せよ。

Ⅲ－（3）以下の問①と②に答えよ。

- ① 非対称分離膜の構造を図示し、その構造上の特徴と利点について、それぞれ説明せよ。
- ② ポリエステル製の人工血管について、その材料の特徴と使用方法を説明せよ。次に、ポリエステル製の人工血管が主としてどのような部位の血管の代替物として用いられるかを、その理由とともに書け。

平成27年度第1次募集 (平成26年10月入学を含む。)
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
一般入試

材料生産システム専攻
機能材料科学コース 開発系
B2

専門科目 (材料評価学・機能材料力学／組織学)

4/4 頁

IV 次のIV- (1) からIV- (3) の設問に答えよ。

IV- (1) 長さ $l=500.0$ mm、幅 $b=15.0$ mm、高さ $h=20.0$ mm の片持ちはり全体にわたって、垂直方向等分布荷重 $w=2.00$ N/mm が作用する場合について、以下の問①～③に答えよ。

- ① せん断力 F の分布式を導出し、せん断力線図を作成せよ。
- ② 曲げモーメント M の分布式を導出し、曲げモーメント線図を作成せよ。
- ③ 発生する最大曲げ応力 σ_{\max} [MPa] を算出せよ。

IV- (2) 以下の問①～③に答えよ。

- ① 材料強度の一つの指標である「耐力」について、応力-ひずみ線図の模式図を用いて、その意味と決定法を説明せよ。
- ② 引張負荷を受ける試験片の塑性変形領域における真応力 σ_t は、試験片にくびれが生じない限り、公称応力 σ_n および公称ひずみ ε_n を用いて表すことができる。その関係式を、体積不変の法則に基づき導出せよ。
- ③ 以下の文章は、引張負荷を受ける材料が塑性変形領域において示す挙動について述べている。空欄 (a) ～ (d) に当てはまる語句または式を答えよ。
一般的な多結晶延性金属では、塑性変形開始以降の変形応力は上昇を続け、材料が示す最大の応力である (a) に至る。この現象が (b) であり、(b) を生じる塑性変形開始～ (a) までの範囲における真応力 σ_t -真ひずみ ε_t 線図は、塑性係数 K を用いて (c) という関係式で表される。また、式中の指数 n を (b) 指数、またはひずみ硬化指数と呼ぶ。(a) 以降は、くびれ発生 (= (d) の局部的減少) による荷重負担能力の急減を示し、最終的に破断に至る。

IV- (3) 以下の問①～③に答えよ。

- ① ビッカース硬さ試験の利点と欠点を説明せよ。
- ② ビッカース圧子の幾何学形状 (対面角 $\theta=136^\circ$ の正四角錐)、圧痕の対角線長さの平均 d 、および試験荷重 W から、ビッカース硬さ HV の定義式を導出せよ。ただし、 $\sin(136^\circ/2)=0.927$ とする。
- ③ ある炭素鋼試験片に対して、試験荷重 $W=3.00$ kgf でビッカース硬さ試験を行ったところ、圧痕の対角線長さ $d_1=198$ μm 、 $d_2=202$ μm という測定結果が得られた。これらの結果から、まずビッカース硬さ HV を算出した上で、引張強さ σ_B [MPa] に換算せよ。